

**PENGARUH VARIASI KAOLIN TERHADAP STRUKTUR
MIKRO DAN NILAI KEKERASAN LAPISAN GLASIR DENGAN
BAHAN DASAR SERBUK SILIKA , TIMBAL OKSIDA, DAN
BORAKS**



**Disusun sebagai salah syarat menyelesaikan Program Studi Strata I
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

Oleh :

**WISNU MAHENDRATA
D200140223**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2019

HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH VARIASI KAOLIN TERHADAP
STRUKTUR MIKRO DAN NILAI KEKERASAN
LAPISAN GLASIR DENGAN BAHAN DASAR SERBUK
SILIKA , TIMBAL OKSIDA, DAN BORAKS**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

WISNU MAHENDRATA

D 200 140 223

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



Agus Dwi Anggono, ST,M.Eng., Ph.D.

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH VARIASI KAOLIN TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN
NILAI KEKERASAN LAPISAN GLASIR DENGAN BAHAN DASAR
SERBUK SILIKA, TIMBAL OKSIDA, DAN BORAKS

OLEH:

WISNU MAHENDRATA

D 200 140 223

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Jum'at, 25 Oktober 2019

dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. Agus Dwi Anggono, ST.,M.Eng.,Ph.D. (.....) (Ketua Dewan Penguji)
2. Patna Partono, ST, MT (.....) (Anggota I Dewan Penguji)
3. Muhammad Syukron, ST.,M.Eng.,Ph.D. (.....) (Anggota II Dewan Penguji)



Dekan,

Ic. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya. .

Surakarta, 5 November 2019

Penulis



WISNU MAHENDRATA

D200140223

PENGARUH VARIASI KAOLIN TERHADAP STRUKTUR MIKRO DAN NILAI KEKERASAN LAPISAN GLASIR DENGAN BAHAN DASAR SERBUK SILIKA , TIMBAL OKSIDA, DAN BORAKS

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil dari pengujian foto mikro dan nilai kekerasan dari lapisan glasir dengan bahan dasar serbuk silika, timbal oksida, dan boraks, dengan tambahan variasi kaolin sebesar 13%, 16%, dan 20% yang kemudian dilakukan pembakaran dengan suhu 800°C dan 1000°C dengan waktu tahan selama 30 menit dan 45 menit. Metode penelitian yang digunakan dalam pembuatan spesimen adalah dengan pembakaran menggunakan mesin furnace. Kemudian dilakukan uji foto mikro dan uji kekerasan (vickers). Hasil dari uji foto mikro pada suhu 800°C pada spesimen dengan komposisi kaolin 20% belum dapat melebur secara sempurna. Kemudian pada seluruh spesimen yang dapat melebur secara sempurna masih terdapat cacat berupa cracking. Sedangkan cacat pinhole berkurang dengan semakin meningkatnya suhu pembakaran dan waktu tahan. Pada hasil uji kekerasan (vickers) didapatkan nilai kekerasan paling optimum terdapat pada suhu pembakaran 1000°C dengan waktu tahan 45 menit dengan komposisi kaolin sebesar 20%.

Kata Kunci : glasir, silika, timbal oksida, boraks, kaolin, kekerasan

Abstract

This study discusses about the results of micro-photo testing and the hardness of the glaze layer. The glaze material was fabricated by using silica, lead oxide, and borax. It was added kaolin in the variations of 13, 16, and 20%. The glazed ceramics were then burning under 800°C and 1000°C temperature. There are two variations of holding time 30 and 45 minutes. The micro-photo and vickers hardness were conducted to investigate the glaze results after burning. According to the micro photo, the specimen with 20% kaolin and burning under 800°C was found many defects such as cracks and pinhole. The highest vickers hardness was resulted from the specimen with burned under 1000°C during 45 minutes and 20% kaolin addition.

Keywords: glaze, silica, lead oxide, borax, kaolin, hardness

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Nurhadi Rangkut, dkk (2008) menyatakan bahwa Kata keramik sebenarnya merupakan kata serapan dari kata dalam bahasa Inggris, yaitu *ceramic*. Kata *ceramic* dari kata Yunani yaitu *keramos*, yang berarti barang pecah belah atau barang yang dibuat dari tanah liat yang dibakar (*baked clay*). Berdasarkan pengertian itu, maka semua benda yang terbuat dari tanah liat bakar dapat digolongkan sebagai keramik. Tetapi dalam "dunia" keramik, sering ditemukan berbagai istilah yang mengacu pada pengertian tanah liat bakar ini. Umumnya istilah-istilah itu berkaitan dengan jenis bahan dan suhu pembakaran nya. Istilah yang sering digunakan adalah terakota (*terracotta* = tanah merah), *pottery* (wadah dari tanah liat bakar), *earthenware* (barang-barang yang terbuat dari bahan tanah liat yang berasal dari bumi), *stoneware* (barang-barang yang terbuat dari bahan batuan bumi), dan *porcelain* (barang-barang yang terbuat dari bahan yang hanya akan lebur pada suhu yang sangat tinggi).

Di Indonesia, ada kecenderungan menggunakan istilah keramik untuk barang barang yang diglasir, terbuat dari bahan batuan (*stoneware*) dan porselin (*porcelain*), sedangkan untuk *earthenware* atau *pottery* digunakan istilah "tembikar" (Kamus Besar Bahasa Indonesia). Selain itu ada istilah-istilah lokal untuk menyebut barang-barang dari tanah liat bakar. Di Jawa, misalnya, tembikar disebut gerabah.

Wahyu Gatot Budiyo, dkk (2008) menyatakan bahwa Glasir adalah lapisan kaca tipis yang telah melebur pada permukaan benda keramik, dalam istilah sederhana, glasir terdiri dari tiga bagian, yaitu: 1) silika (SiO_2), 2) fluks, 3) Alumina (Al_2O_3). Silika ditambahkan dalam bentuk murni atau sebagai bagian dari bahan lain seperti ball clay atau kaolin yang mengandung silika dan alumina. Kaolin atau disebut juga tanah liat cina memiliki komposisi kimia $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Alumina jarang sekali ditambahkan dalam bentuk oksidanya tetapi sebagai komponen bahan. Fluks dalam bentuk oksida atau karbonat ditambah oksida logam yang memberi warna pada glasir dan sekelompok fluks yang mengandung sedikit oksida merupakan sejumlah komponen untuk

membuat glasir. Ketiga komponen glasir, yaitu silika, alumina dan fluks, untuk membuat glasir yang jernih maka ketiga komponen tersebut harus seimbang, dengan perbandingan fluks yang benar untuk mencairkan silika dan alumina.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi kaolin 15%, 20%, dan 25% terhadap foto mikro dan kekerasan (*vickers*) pada spesimen glasir dengan suhu pembakaran 800°C dan 1000°C pada waktu tahan 30 menit dan 45 menit.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui hasil pembakaran lapisan glasir dengan menggunakan bahan dasar serbuk silika dengan campuran timbal oksida dan boraks dengan variasi komposisi kaolin 15%, 20% dan 25% pada suhu 800°C dan 1000°C dengan waktu tahan 30 menit dan 45 menit.
2. Mengetahui cacat mikro dari permukaan pelapisan glasir dengan menggunakan bahan dasar serbuk silika dengan campuran timbal oksida dan boraks serta variasi komposisi kaolin.
3. Mengetahui hasil kekerasan dari pelapisan glasir dengan menggunakan bahan dasar serbuk silika dengan campuran timbal oksida dan boraks serta variasi komposisi kaolin.

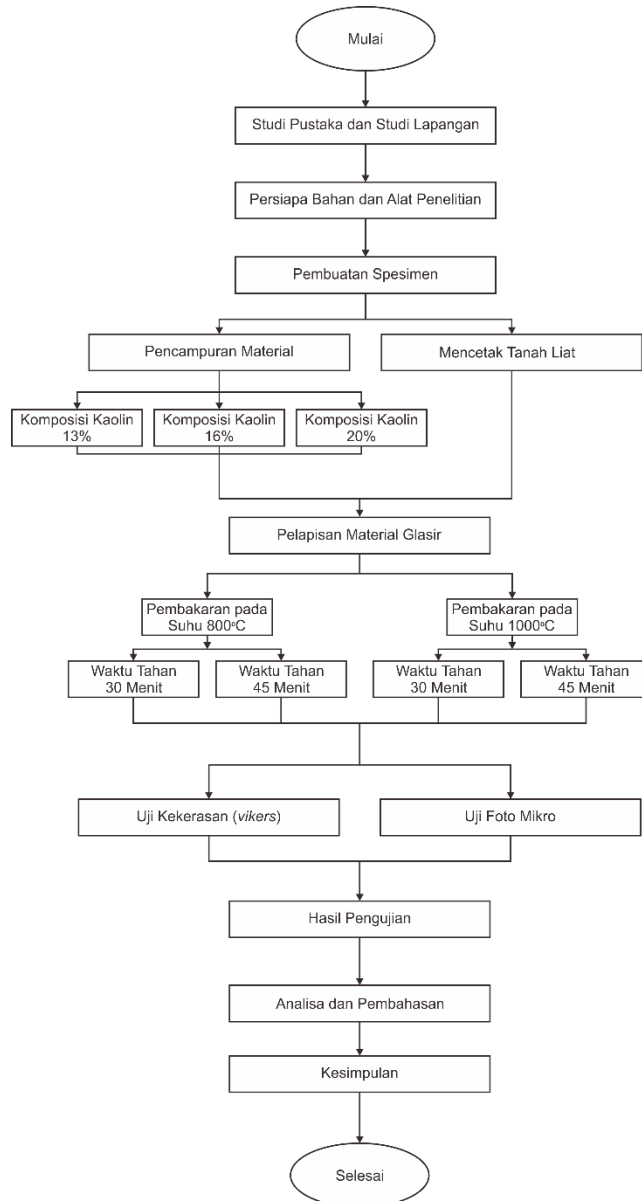
1.3 Batasan Masalah

1. Pelapisan keramik dengan menggunakan bahan dasar serbuk silica (16 %), timbal oksida (78 %) , dan boraks (6 %) serta bahan pelekak berupa kaolin.
2. Menggunakan variasi kaolin sebagai bahan perekat sebesar 13 %, 16 %, dan 20 % dari total bahan lapisan glasir.
3. Penelitian ini menggunakan bahan *clay* (tanah liat) sebagai spesimen yang diglasir.
4. Menggunakan pembakaran dengan variasi suhu 800 °C dan 1000 °C.
5. Konsumsi bahan bakar tidak dihitung.

6. Dengan variasi waktu tahan pada saat pembakaran selama 30 menit dan 45 menit.

2. METODE

2.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

2.2 Bahan Pengujian

1. Serbuk Silika
2. Timbal Oksida
3. Boraks
4. Kaolin
5. Tanah Liat

2.3 Alat pengujian

1. *Furnace* (Tungku Pembakaran)
2. Alat Uji Foto Mikro
3. Alat Uji Kekerasan (*Vickers*)
4. Alat bantu berupa :
 - a. Cetakan tanah liat
 - b. Neraca digital
 - c. Mangkok porselen
 - d. Masker
 - e. Sarung tangan
 - f. Kuas

2.4 Spesimen



Gambar 2. Spesimen sebelum diglasir



Gambar 3. Material glasir



Gambar 4. Spesimen setelah diglasir

2.5 Langkah Pembuatan Spesimen

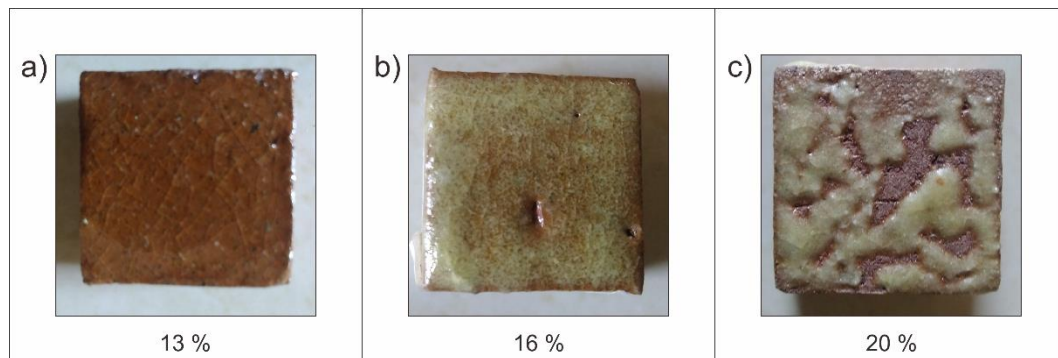
Langkah – langkah dalam proses penelitian adalah sebagai berikut :

1. Mencari referensi mengenai keramik, pelapisan, glasir, material glasir, pengujian foto mikro, uji kekerasan vickers dari buku, jurnal – jurnal, situs internet, maupun dari tugas akhir dan tesis terdahulu.
2. Menyiapkan semua alat maupun bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini.
3. Melakukan proses pencampuran material glasir dengan variasi komposisi kaolin 13%, 16% dan 20%.
4. Mencetak tanah liat dengan menggunakan cetakan dengan tujuan membentuk spesimen yang akan diglasir.

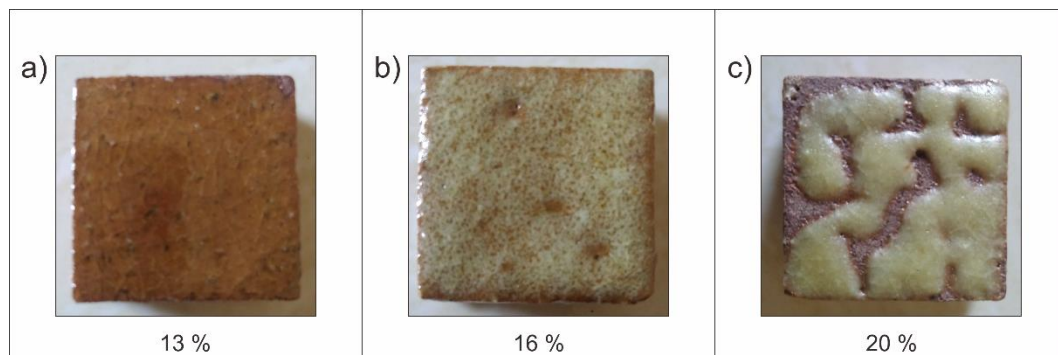
5. Melakukan proses glasir/ pelapisan kepada spesimen dengan menggunakan kuas kemudian dilanjutkan proses pengeringan menggunakan suhu ruang untuk merekatkan material glasir dengan spesimen.
6. Setelah itu, melakukan proses pembakaran dengan menggunakan furnace pada suhu 800°C dan 1000°C serta waktu tahan pada masing - masing suhu selama 30 menit dan 45 menit.
7. Setelah pembakaran selesai, spesimen akan diuji menggunakan alat uji foto mikro dan alat uji kekerasan *vickers*.
8. Hasil pengujian yang telah didapatkan kemudian dianalisa dan diberikan kesimpulan dari apa yang didapat dari pengujian spesimen ini.
9. Dari analisa hasil penelitian didapatkan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

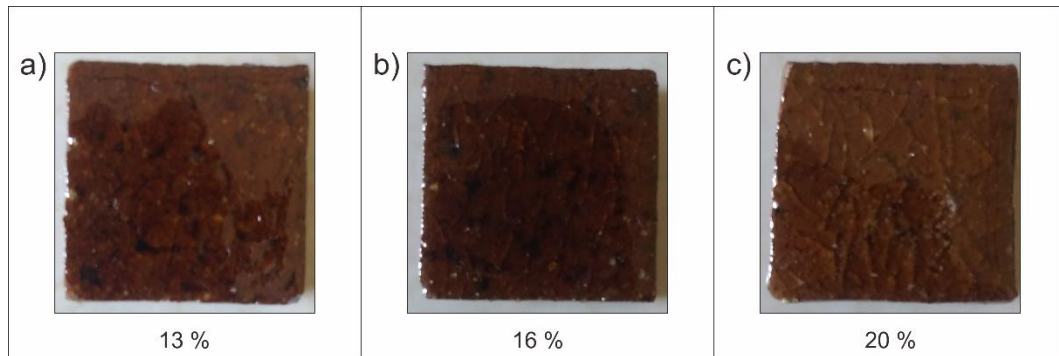
3.1 Hasil Pembakaran



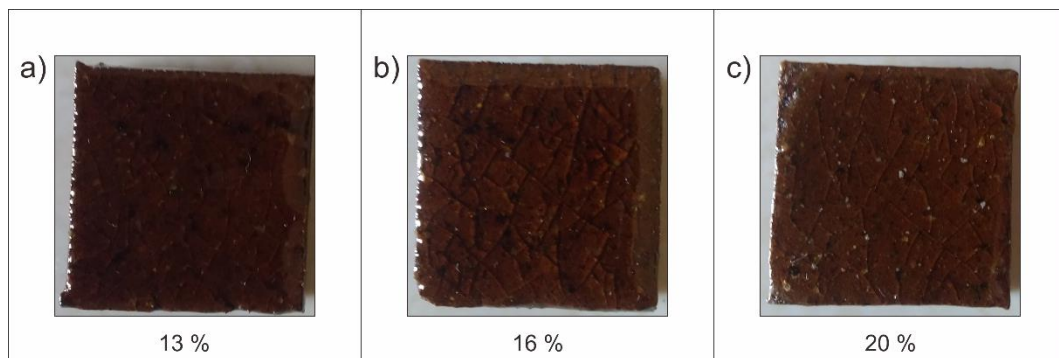
Gambar 5. Hasil spesimen glasir pada suhu 800°C dengan waktu tahan selama 30 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, dan c) 20%



Gambar 6. Hasil spesimen glasir pada suhu 800°C dengan waktu tahan selama 45 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, dan c) 20%

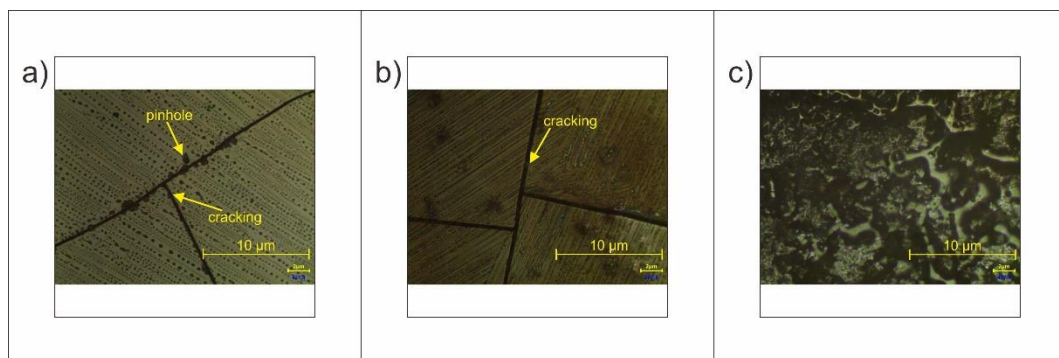


Gambar 7. Hasil spesimen glasir pada suhu 1000°C dengan waktu tahan selama 30 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, dan c) 20%



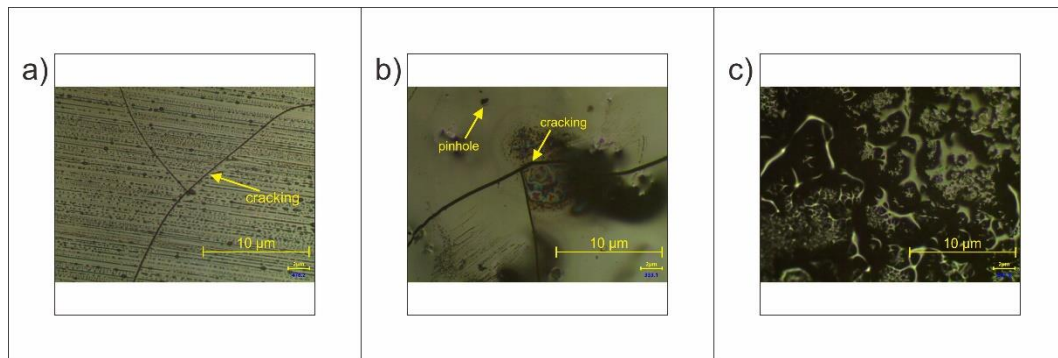
Gambar 8. Hasil spesimen glasir pada suhu 1000°C dengan waktu tahan selama 45 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, dan c) 20%

3.2 Hasil Foto Mikro



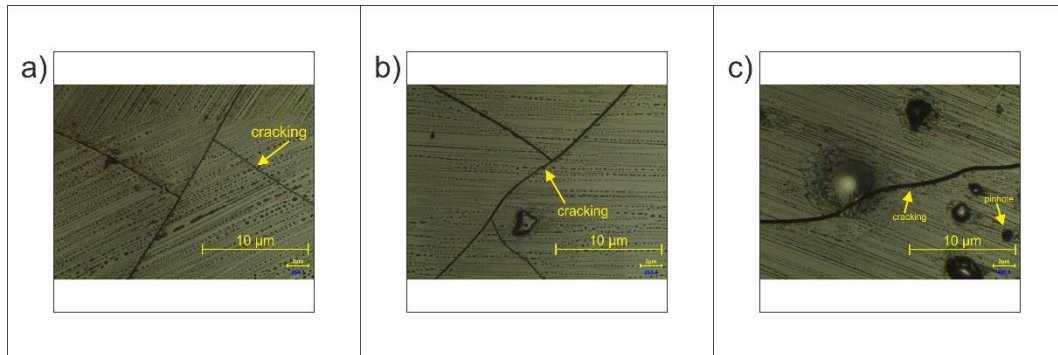
Gambar 9. Hasil uji foto mikro pada spesimen dengan suhu 800°C waktu tahan 30 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, serta c) 20%

Dari hasil uji foto mikro dengan suhu 800°C dengan waktu tahan 30 menit dapat dilihat pada gambar 9. spesimen glasir dengan variasi 13% dan 16% dapat terlihat adanya *cracking* (retak rambut) dan pada variasi kaolin 13% terdapat *pinhole* (lubang jarum) , serta pada variasi kaolin 20% tidak dapat dianalisa karena material belum dapat melebur secara sempurna dikarenakan jumlah komposisi kaolin yang terlalu banyak. *Cracking* disebabkan karena penyusutan material glasir dan spsimen tanah liat tidak seimbang. *Pinhole* adalah lubang kecil di atas permukaan glasir yang menembus sampai permukaan keramik. Ini disebabkan karena adanya gas-gas yang lepas dari dalam bahan keramik selama pembakaran.



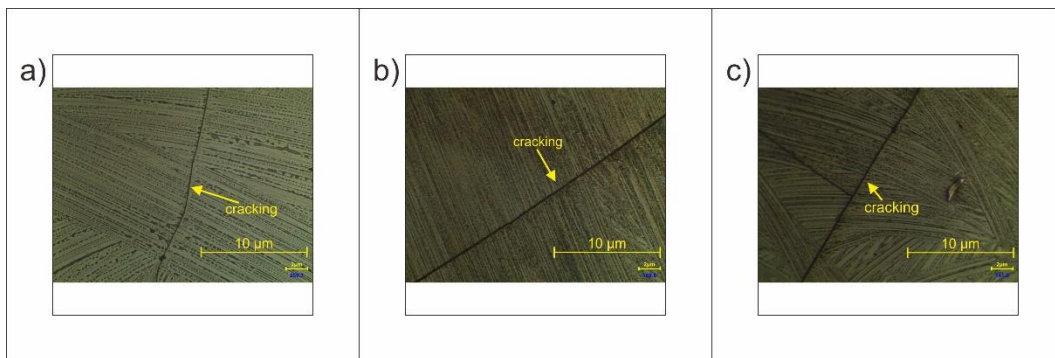
Gambar 10. Hasil uji foto mikro pada spesimen dengan suhu 800°C waktu tahan 45 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, serta c) 20%

Dari hasil foto mikro dengan suhu 800°C dengan waktu tahan 45 didapat pada gambar 10. pada glasir dengan komposisi kaolin sebesar 13% dan 16% masih terdapat *cracking* , dan pada komposisi 16% ditemui *pinhole* , pada material dengan komposisi kaolin sebesar 20% masih belum dapat dianalisa.



Gambar 11. Hasil uji foto mikro pada spesimen dengan suhu 1000°C waktu tahan 30 menit dengan variasi kaolin a) 13%, b) 16%, serta c) 20%

Dari hasil uji foto mikro dengan suhu 1000°C dengan waktu tahan 30 menit dapat dilihat pada gambar 11. spesimen glasir dengan variasi kaolin sebesar 13%, 16%, dan 20% terdapat *cracking*, pada komposisi kaolin 20% material sudah dapat melebur secara sempurna, pada komposisi 20% ini masih terdapat *pinhole*. Penurunan jumlah material yang belum dapat melebur terjadi karena suhu pembakaran yang lebih tinggi.



Gambar 12. Hasil uji foto mikro pada spesimen dengan suhu 1000°C waktu tahan 45 menit dengan variasi kaolin 13%, 16%, serta 20%

Dari hasil uji foto mikro dengan suhu 1000°C dengan waktu tahan 45 menit dilihat pada gambar 12. spesimen glasir dengan komposisi 13%, 16%, dan 20% masih terlihat adanya *cracking*, sedangkan sudah tidak terdapat lagi *pinhole* pada permukaan glasir tiap masing-masing komposisi kaolin. Hal ini disebabkan oleh waktu tahan pada suhu yang tinggi dengan waktu yang lebih lama sehingga

berkurangnya material yang belum dapat meleleh secara sempurna dan mengurangi *pinhole*.

3.3 Hasil Uji Kekerasan *Vickers*

kaolin (%)	titik	Diameter		VHN	VHN rata-rata
		d1 (mm)	d2 (mm)		
13	1	0.052	0.053	339.620	277.697
	2	0.054	0.061	285.375	
	3	0.065	0.069	208.096	
16	1	0.060	0.059	261.898	265.879
	2	0.055	0.054	317.964	
	3	0.065	0.066	217.773	
20	1	0.025	0.020	1831.474	1346.132
	2	0.028	0.029	1141.501	
	3	0.030	0.029	1065.422	

Tabel 1. Hasil uji nilai kekerasan *vickers* pada spesimen pada suhu 800°C dengan waktu tahan 30 menit dengan variasi kaolin 13%,16%, dan 20%.

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada tabel 1. pada spesimen dengan suhu 800°C dengan waktu tahan 30 menit disimpulkan bahwa pada komposisi kaolin sebesar 20% tidak dapat dianggap akurat disebabkan karena kematangan pembakaran yang belum sempurna, sehingga menghasilkan nilai kekeran pada suhu 800°C dengan waktu tahan 30 menit yang paling optimum adalah pada komposisi kaolin sebesar 13% yaitu sebesar 277,697 VHN.

kaolin (%)	titik	Diameter		VHN	VHN rata-rata
		d1 (mm)	d2 (mm)		
13	1	0.059	0.064	249.176	328.145
	2	0.051	0.052	353.003	
	3	0.049	0.050	382.255	
16	1	0.050	0.047	398.264	354.014
	2	0.051	0.049	378.404	
	3	0.058	0.057	285.375	
20	1	0.039	0.035	686.517	1053.724
	2	0.027	0.028	1226.028	
	3	0.028	0.027	1248.627	

Tabel 2. Hasil uji nilai kekerasan *vickers* pada spesimen pada suhu 800°C dengan waktu tahan 45 menit dengan variasi kaolin 13%,16%, dan 20%.

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada tabel 2. pada spesimen dengan suhu 800°C dengan waktu tahan 45 menit disimpulkan bahwa pada komposisi kaolin sebesar 20% masih mengalami permasalahan yang sama dengan pada suhu 800°C dengan waktu tahan 30 menit, sehingga menghasilkan nilai kekerasan pada suhu 800°C dengan waktu tahan 45 menit yang paling optimum adalah pada komposisi kaolin sebesar 16% yaitu sebesar 354,014 VHN.

kaolin (%)	titik	Diameter		VHN	VHN rata-rata
		d1 (mm)	d2 (mm)		
13	1	0.050	0.047	398.264	476.999
	2	0.042	0.043	519.413	
	3	0.042	0.044	513.320	
16	1	0.042	0.042	406.648	408.706
	2	0.054	0.055	356.472	
	3	0.047	0.048	462.999	
20	1	0.042	0.043	501.452	476.279
	2	0.043	0.043	484.406	
	3	0.045	0.046	442.980	

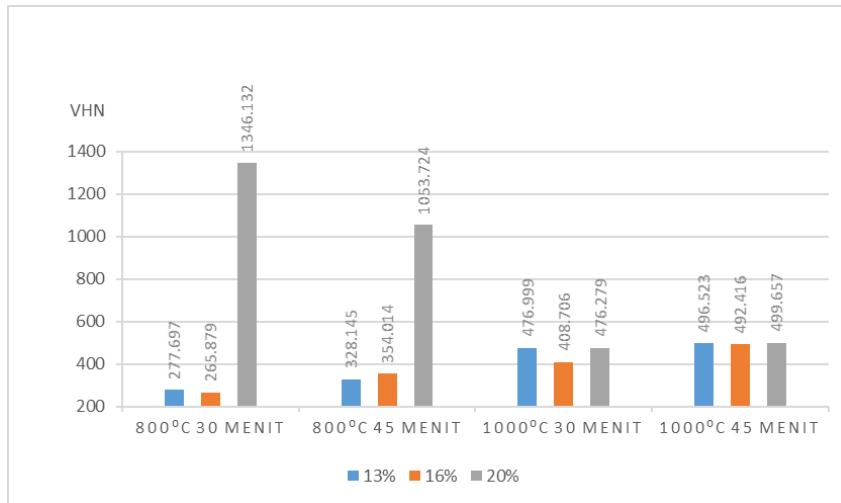
Tabel 3. Hasil uji nilai kekerasan *vickers* pada spesimen pada suhu 1000°C dengan waktu tahan 30 menit dengan variasi kaolin 13%,16%, dan 20%.

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada tabel 3.3 pada spesimen dengan suhu 1000°C dengan waktu tahan 30 menit disimpulkan bahwa dalam proses uji kekerasan sudah tidak mengalami permasalahan, hal ini disebabkan pada tiap komposisi sudah dapat melebur dengan baik. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada suhu 1000°C dengan waktu tahan 30 menit terjadi pada komposisi kaolin 13% yaitu dengan nilai kekerasan sebesar 476,999 VHN.

kaolin (%)	titik	Diameter		VHN	VHN rata-rata
		d1 (mm)	d2 (mm)		
13	1	0.046	0.045	468.216	496.523
	2	0.045	0.045	462.999	
	3	0.045	0.043	558.355	
16	1	0.039	0.041	519.413	492.416
	2	0.044	0.043	478.917	
	3	0.045	0.042	478.917	
20	1	0.046	0.041	462.999	499.657
	2	0.049	0.045	484.406	
	3	0.043	0.040	551.567	

Tabel 4. Hasil uji nilai kekerasan *vickers* pada spesimen pada suhu 1000°C dengan waktu tahan 45 menit dengan variasi kaolin 13%,16%, dan 20%.

Dari hasil pengujian kekerasan *vickers* pada tabel 3.4 pada spesimen dengan suhu 1000°C dengan waktu tahan 45 menit disimpulkan bahwa dalam proses uji kekerasan sudah tidak mengalami permasalahan. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan tertinggi pada suhu 1000°C dengan waktu tahan 45 menit terjadi pada komposisi kaolin 20% yaitu dengan nilai kekerasan sebesar 499,657 VHN.



Gambar 13. Nilai kekerasan *vickers* lapisan glasir keseluruhan

Dari diagram pada gambar 3.5 dapat diketahui bahwa perbandingan nilai kekerasan *vickers* di setiap spesimen berbeda. Pada pembakaran dengan suhu 800°C variasi 25% pada waktu tahan 30 menit dan 45 menit menghasilkan nilai VHN yang tinggi tetapi tidak dapat digunakan karena material yang belum mengalami peleburan dengan sempurna, sehingga nilai kekerasannya dianggap tidak akurat. Sehingga pada seluruh material yang tidak mengalami kendala tersebut dapat ditemukan nilai kekerasan terbaik, yaitu terjadi pada suhu pembakaran 1000°C dengan waktu tahan pembakaran selama 45 menit dengan variasi kaolin sebanyak 20%.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Hasil pembakaran spesimen glasir dengan suhu pembakaran 800°C dapat diketahui bahwa pada waktu tahan 30 menit maupun 45 menit pada komposisi kaolin 20% belum dapat melebur dengan sempurna, sedangkan pada komposisi kaolin 13% dan 16% sudah dapat melebur dengan sempurna. Sedangkan pada suhu 1000°C pada waktu tahan 30 menit maupun 45 menit pada komposisi kaolin 13%, 16% dan 20% sudah dapat melebur dengan sempurna. Semakin

tinggi komposisi kaolin maka akan semakin sulit proses peleburan dan semakin tinggi suhu pembakaran dan semakin lama waktu pembakaran maka meningkatkan peleburan spesimen secara sempurna.

2. Pada setiap spesimen yang dapat dianalisa masih terdapat cacat yaitu berupa *cracking* (retak rambut). Sedangkan *pinhole* (lubang cacing) hanya nampak pada suhu 800°C pada waktu tahan 30 menit dengan komposisi kaolin 13%, suhu pembakaran 800°C pada waktu tahan 45 menit dengan komposisi kaolin 16%, dan suhu 1000°C pada waktu 30 menit dengan komposisi kaolin 20%. Semakin tinggi suhu pembakaran dan semakin lama waktu tahan menunjukkan berkurangnya cacat berupa *pinhole* dan semakin tinggi komposisi kaolin maka semakin sulit mengurangi jumlah kecacatan.
3. Dari hasil uji kekerasan (*vickers*) dapat diketahui bahwa nilai kekerasan tertinggi ada pada suhu pembakaran 800°C pada waktu tahan 30 menit dengan komposisi kaolin 20%, namun karena pada suhu pembakaran 800°C dengan komposisi kaolin 20% baik pada waktu tahan 30 menit maupun 45 menit belum dapat melebur dengan sempurna dan pada saat pengujian sulitnya mendapatkan nilai kekerasannya karena permukaan yang tidak rata maka pada suhu 800°C dengan komposisi kaolin 20% dapat dikatakan tidak akurat. Maka untuk nilai yang paling optimum terdapat pada pembakaran dengan suhu 1000°C dengan waktu tahan selama 45 menit dengan variasi kaolin 20%. Dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan material rata-rata akan semakin tinggi dengan tingginya nilai komposisi kaolin.

4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mengenai glasir yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain :

1. Pada penelitian ini masih didapatkan cacat berupa *cracking* pada tiap-tiap spesimen sehingga penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut

dengan menambahkan campuran lain sehingga cacat pada spesimen dapat dikurangi.

2. Menggunakan neraca digital yang lebih tinggi nilai ketelitiannya sehingga tidak terjadi pembulatan komposisi material, sehingga hasilnya lebih akurat.
3. Mencari metode pembentukan material tanah liat agar bentuknya presisi sehingga tidak terdapat rongga-rongga udara maupun material-material selain yang seharusnya menempel di tanah liat, sehingga dapat meminimalisir cacat pada pembakaran.

DAFTAR PUSTAKA

- ChengPeng, dkk. 2017. *Cordierite glass–ceramic used for transparent tile glazes*. South China University of Technology, Guangzhou, China.
- Zhang, dkk. 2017. *Improvement Of Mechanical Properties, Microscopic Structures, And Antibacterial Activity By Ag/Zno Nanocomposite Powder For Glaze-Decorated Ceramic*. Huaqiao University. Xiamen, China.
- Ardiyanto, Eva. dan Anggono, A.D. 2017. Pengembangan Material Glasir dengan Bahan Dasar Kaca. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Pradana, A.N. dan Anggono, A.D. 2017. Pengembangan Material Glasir dengan Bahan Dasar Kaca dan Kalsit (CaCO_3) . Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Aziz, Riza.Z.A. dan Anggono, A.D. 2019. Analisis Struktur Mikro dan Kekerasan Lapisan Glasir dengan Bahan Serbuk Silika, Boraks dan Soda Ash pada Variasi Kaolin 10%, 16%, 30%. Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta.
- Budiyanto, Wahyu Gatot, dkk. 2008. Kriya Keramik untuk SMK Jilid 10. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal

Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Budiyanto, Wahyu Gatot, dkk. 2008. Kriya Keramik untuk SMK Jilid 11. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Budiyanto, Wahyu Gatot, dkk. 2008. Kriya Keramik untuk SMK Jilid 12. Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional. Jakarta.

Rangkuti, Nurhadi, dkk. 2008. Buku Panduan Analisis Keramik. Pusat Penelitian dan Pengembangan Arkeologi Nasional. Jakarta.